

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

EPODOC / EPO

PN - JP10078371 A 19980324
PD - 1998-03-24
PR - JP19960252172 19960904
OPD - 1996-09-04
TI - LIQUID LEAKAGE DETECTING METHOD AND LIQUID LEAKAGE DETECTOR
IN - FUJIMOTO HISANORI; OSADA ATSUSHI; IRIE ATSUSHI; MORITA
YOSHIYUKI
PA - OMRON TATEISI ELECTRONICS CO
IC - G01M3/24 ; E03B7/00
WPI / DERWENT

TI - Liquid spill detection method for piping facility - involves judging existence of liquid spill based on characteristic amount extracted from waveform signal corresponding to detected oscillating waveform

PR - JP19960252172 19960904
PN - JP10078371 A 19980324 DW199822 G01M3/24 011pp
PA - (OMRO) OMRON KK
IC - E03B7/00 ; G01M3/24
AB - J10078371 The method involves carrying out contacting liquid spill inspection objects like piping, liquid container to an oscillating sensor (10). A predetermined oscillation generated by the piping, is detected. The envelope of the waveform signal is obtained after passing through the absolute value circuit (17) and low pass filter (18).

- The obtained signal is then converted to digital by an A/D converter (19) and is supplied to a calculation part (20). A predetermined characteristic amount containing atleast the peak factor is extracted from the waveform signal based on the detected oscillating waveform. Based on the extracted characteristic amount, the existence of liquid spill is judged.

- ADVANTAGE - Performs liquid spill detection, reliably. Eliminates dispersion in detected result.

- (Dwg.2/11)

OPD - 1996-09-04
AN - 1998-246514 [22]

PAJ / JPO

PN - JP10078371 A 19980324
PD - 1998-03-24
AP - JP19960252172 19960904
IN - FUJIMOTO HISANORI; MORITA YOSHIYUKI; IRIE ATSUSHI; OSADA
ATSUSHI
PA - OMRON CORP
TI - LIQUID LEAKAGE DETECTING METHOD AND LIQUID LEAKAGE DETECTOR
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid leakage detector by which liquid leakage can be easily detected.

- SOLUTION: A vibration sensor 10 is contacted with a piping equipment, and vibration generated in its piping is detected, and after its detecting signal is amplified by an amplifier 15, only an oscillation frequency band caused by liquid leakage is extracted by a band-pass filter 16, and is also passed through an absolute value circuit 17 and a low-pass filter 18, and an envelope of a waveform signal is found, and is converted into digital data by an A/D converter 19. Its envelope signal is imparted to an operation processing part 20, and various characteristic quantities are extracted there, and a value obtained by performing weighting after its characteristic quantity data is normalized is added, and the sum total is found. When its sum total value exceeds a specific reference value, it is judged that liquid leakage is caused, and output is displayed through a display part 13, and an inspector is informed of the

liquid leakage.
I - "G01M3/24 ;E03B7/00

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-78371

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月24日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 M	3/24		G 0 1 M 3/24	A
E 0 3 B	7/00		E 0 3 B 7/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-252172

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月4日

(71) 出願人 000002945
オムロン株式会社
京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(72) 発明者 藤本 尚紀
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
(72) 発明者 森田 善之
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
(72) 発明者 入江 篤
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内
(74) 代理人 弁理士 松井 伸一

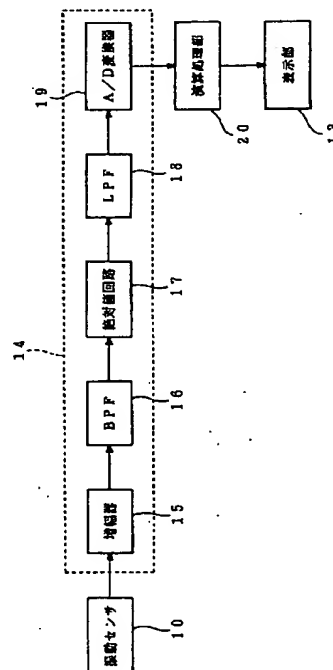
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液漏れ検知方法及び液漏れ検知装置

(57) 【要約】

【課題】 容易に液漏れの検知を行える液漏れ検知装置を提供すること

【解決手段】 振動センサ10を配管設備に接触させ、その配管で発生する振動を検出し、その検出信号を増幅器15で増幅後バンドパスフィルタ16で液漏れに起因する振動周波数帯域のみを抽出し、さらに絶対値回路17、ローパスフィルタ18を通過させて波形信号のエンベロープを求め、A/D変換器19でデジタルデータに変換する。そのエンベロープ信号を演算処理部20に与え、そこで各種の特徴量が抽出されるとともに、その特徴量データを正規化後重み付けを行い得られた値を加算し総和を求める。そして、その総和値が一定の基準値を越えた場合には、液漏れありと判断し、表示部13を介して出力表示し検査員に液漏れを知らせるようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動センサを、配管設備や液体容器等の液漏れ検査対象物に接触させるとともにその液漏れ検査対象物で生じる振動を検出し、前記検出した振動波形に基づいた波形信号から少なくとも波高率を含む所定の特徴量を抽出し、その特徴量に基づいて液漏れの有無を判定するようにしたことを特徴とする液漏れ検知方法。

【請求項2】 配管設備や液体容器等の液漏れ検査対象物に装着可能な振動センサと、前記振動センサから出力される振動波形に基づいて特徴量を抽出するための波形信号を生成する前処理手段と、その前処理手段の出力を受け、少なくとも波高率を含む所定の特徴量を抽出する特徴量抽出手段と、前記特徴量抽出手段により抽出された特徴量に基づいて液漏れの有無を判定する判定手段とを備えたようにしたことを特徴とする液漏れ検知装置。

【請求項3】 前記前処理手段は、液漏れに伴い生じる振動の周波数を含む周波数帯域を抽出するフィルタ手段と、そのフィルタ手段より後段に設置され、振動波形に対してエンベロープ処理する手段とを備えたものであることを特徴とする請求項2に記載の液漏れ検知装置。

【請求項4】 前記判定手段は、前記特徴量抽出手段で抽出された特徴量に基づいて液漏れ度を求め、その液漏れ度合と基準値とを比較し、液漏れしているか否かを弁別するものである請求項2に記載の液漏れ検知装置。

【請求項5】 前記液漏れ度を求めるに際し、前記特徴量抽出手段で抽出された複数の特徴量に対して重み付けを行うようにしたことを特徴とする請求項4に記載の液漏れ検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水道管その他の配管設備や液体容器に生じる液漏れを検知する液漏れ検知方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の水道管等の配管の液漏れの検知方法としては、音響診断法と称されるものがある。この方法は、検査員が、音聴棒や電子音聴器等を使用して、配管の振動音を聞くことにより、配管の液漏れを判定するもので、配管に液漏れがあると、配管が液漏れしていないときの音よりも比較的高い音が聞き取れるため、その音の相異に基づいて液漏れの有無を判定するようになっている。

【0003】また、配管の音が、周囲の環境音・騒音等により聞き取りづらい場合には、所定の周波数帯域の音をピックアップし、その音を増幅器を用いて増幅し、増幅された音を検査員が聞くことにより、配管の液漏れを判定する方法もある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の液漏れ検知方法では、いずれの場合も漏水音を聞き取る訓練を受けた検査員が必要である。よって、係る訓練のための手間が煩雑となり、また熟練した技術を身につけるまでに長い時間を要する。さらに、液漏れの判定は検査員の個々の感覚によって行われるので、各検査員ごとに判定基準がばらつくおそれがあり、液漏れの有無の判定結果が検査員により異なる可能性もある。特に、配管等の材質が異なる場合には、液漏れ時に発生する音も異なるので、問題がより顕著となる。

【0005】また、昼間の都市部等では、周囲の環境音が大きいため、たとえ増幅器で増幅したとしても聞き取りにくく、正確な判断を行いにくい。また、各種の環境音や、外部から受ける振動が、液漏れに基づく振動の周波数成分と等しくなる（ノイズとなる）おそれもあり、昼間の雑多な環境下では、係るノイズの発生する可能性が高く、たとえ所定の周波数帯域の音をピックアップしたとしても、同じ周波数帯域のノイズが存在した場合には、正確な液漏れの有無の判断が（音の聞き分け）がより困難となる。その結果、液漏れの診断は、夜間等に行わざるを得なくなる。つまり、場所や時間の制約を受けてしまう。

【0006】本発明は、上記した背景に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、上記した問題点を解決し、漏水音等の液漏れ音を聞き分けるための訓練等が必要なく、誰でも液漏れ検知を行うことができ、周囲の環境によるノイズ等の影響を受けにくく、場所や時間を選ばずに、確実に液漏れ検知を行うことができる液漏れ検知装置及びそれを用いた液漏れ検知方法及び液漏れ検知装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するため、本発明に係る液漏れ検知方法では、振動センサを、配管設備や液体容器等の液漏れ検査対象物に接触させるとともにその液漏れ検査対象物で生じる振動を検出し、前記検出した振動波形に基づいた波形信号から少なくとも波高率を含む所定の特徴量を抽出し、その特徴量に基づいて液漏れの有無を判定するようにした（請求項1）。ここで波高率とは、ピーク値を実効値で除算したものである。

【0008】また、上記した方法を実施するための装置の一例としての本発明に係る液漏れ検知装置では、配管設備や液体容器等の液漏れ検査対象物に装着可能な振動センサと、前記振動センサから出力される振動波形に基づいて特徴量を抽出するための波形信号を生成する前処理手段と、その前処理手段の出力を受け、少なくとも波高率を含む所定の特徴量を抽出する特徴量抽出手段と、前記特徴量抽出手段により抽出された特徴量に基づいて液漏れの有無を判定する判定手段とを備えて構成した

(請求項2)。

【0009】本発明では、振動センサを用いて配管設備等の液漏れ検査対象物の振動を検出し、それに基づいて液漏れの有無を判断するようにしている。そして、液漏れをした場合には、実施の形態で詳述するように、非液漏れ時の振動波形と異なり、振幅が大きくなる傾向にある。よって、係る相違が顕著に現れる特徴量を抽出しそれに基づいて液漏れの有無を判断する。その結果、検査員が音を聞き分ける必要がなく、熟練した技術が不要で簡単かつ正確に液漏れの有無を判断できる。また、そのように直接振動を検出するため、周囲の騒音等により誤検出するおそれは可及的に抑制され、検査する場所や時間に制約を受けなくなる。

【0010】また、特徴量とは信号の波形の形状(特徴)を限定するためのもので、例えば、最大波高(ピーク値)や実効値等の波形から読み取れるものと、設定されたしきい値と比較して、係るしきい値よりも大きな波形が存在するかを判定したもの等(しきい値を越えた波の回数、しきい値を越えた波が存在する時間等)があり、さらにこれ以外でももちろんよい。

【0011】そして、前記前処理手段の構成としては、単にアナログ値をデジタル値に変換する処理を行うものから、精度よく弁別するのに寄与するデータを抽出するものまで各種のものがある。そして、本例では、液漏れに伴い生じる振動の周波数を含む周波数帯域を抽出するフィルタ手段(実施の形態では「バンドパスフィルタ」と、そのフィルタ手段より後段に設置され、振動波形に対してエンベロープ処理する手段(実施の形態では「絶対値回路とローパスフィルタ」とを備えて構成した(請求項3)。

【0012】また、前記判定手段は、特徴量を総合的に判断し、例えばファジィ推論を行ったり、各特徴量にそれぞれしきい値を設定しておき、そのしきい値を越えた特徴量の数が一定値以上の時液漏れをしていると判断したりする等各種の方式をとることができる。そして、一例を示すと、前記特徴量抽出手段で抽出された特徴量に基づいて液漏れ度を求め、その液漏れ度と基準値とを比較し、液漏れしているか否かを弁別するように構成することができる(請求項4)。そしてその場合に、前記液漏れ度を求めるに際し、前記特徴量抽出手段で抽出された複数の特徴量に対して重み付けを行うようにしてもよい(請求項5)。もちろん重み付けを行わずに行ってもよい。さらに、各特徴量は、実施の形態でも説明したように、抽出された特徴量に対して正規化処理を行うようにするとよい。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る液漏れ検知装置の一実施の形態の外観図を示しており、図2はそのブロック構成図を示している。図1に示すように、略円筒形状のケース内に実装された振動センサ10が、信号

ケーブル11を介してコントローラ12に接続されており、振動センサ10で検出した測定対象の配管(水道管等)で発生する振動情報がコントローラ12内に与えられるようになっている。そして、コントローラ12は、振動センサ10から与えられた振動情報に基づいて液漏れを生じているか否かを判断し、その判定結果をコントローラ12の前面に設置された表示部13に出力表示するようになっている。そして本例では、表示部13として、液漏れ状態と判断された場合に点灯する警報ランプ13aと、液漏れの度合いを表示するレベル表示器13bとを備えて構成している。なお、レベル表示器13bで表示する「液漏れの度合い」は、コントローラ12で最終的にしきい値処理して液漏れか否かを弁別する際に基準値と比較した値に応じたものとしている。

【0014】次に、各部について詳述する。まず、振動センサ10は、例えば、圧電素子等を用いた接触式加速度ピックアップを用いることができ、このときの検出周波数としては1~10kHzの範囲が検出できるものを用いる。これは、液漏れに起因して発生する振動の周波数帯域が、その範囲(実際にはもう少し狭い周波数範囲)内にあるためである。

【0015】また、コントローラ12は、図2に示すように、振動センサ10から与えられるアナログ信号から、判定するために必要な情報を抽出するとともに、デジタル信号に変換して出力する前処理部14と、その前処理部14の出力を受けて、所定の特徴量を抽出するとともに、その抽出した特徴量に基づいて液漏れの有無を弁別する演算処理部20とを備えている。

【0016】そして、前処理部14は、増幅器15と、バンドパスフィルタ(以下「BPF」と略す)16と、絶対値回路17と、ローパスフィルタ(以下「LPF」と略す)18と、A/D変換器19が直列に接続された構成となっている。

【0017】つまり、増幅器15は、振動センサ10からの出力信号を予め設定した所定の利得で増幅するもので、例えば図3に示すような信号が出力される。なお、この図3に示す波形は、配管としてステンレス管を用いた場合に液漏れを生じている時の一例を示している。また、BPF16は、そこを通過させることにより液漏れ時に特有の振動成分が最もやすい周波数成分を抽出するようになっている。具体的には、液漏れ時の振動は、主に1k~5kHzの周波数成分で構成されているため、BPF16は、その周波数帯域を通過させるように設定されている。その結果、増幅器15の出力波形が図3に示すようになっている場合には、BPF16を通過させることにより図4に示すような波形となり、液漏れか否かの判別に不要な雑音成分が除去される。なお、本例では、上記したように振動センサ10の検出周波数領域を1~10kHzと予め絞り込んでいるため、その範囲外の振動成分に対する感度が低くひろいにくくなって

いるが、このようにBPF16を設けることにより、より確実に液漏れに起因する振動成分のみを抽出し、精度良い判定を行えるようになっていく。

【0018】また、絶対値回路17は、上記フィルタリング処理して抽出された信号に対して全波整流するようになっている。さらに、LPF18は、全波整流された信号に対して、所定の低周波数成分を通過させることにより、検出波形（より具体的には、液漏れに基づく周波数帯域における検出波形）のエンベロープを抽出するようになっている。これにより、例えばBPF16の出力波形が図4に示すようになっているとすると、LPF18の出力波形は図5に示すようになる。なお、A/D変換器19は、LPF18を通過して生成されたエンベロープ信号（アナログ信号）を、後段の演算処理部20で処理可能なデジタル信号に変換するものである。

【0019】演算処理部20は、図6に示すように、A/D変換器19より与えられたエンベロープ処理された波形信号から、所定の特徴量を抽出する特徴量抽出部21と、その特徴量抽出部21で抽出された特徴量に基づいて液漏れ度を求めるレベル算出部22と、そのレベル算出部22で算出した液漏れ度に基づいて液漏れしているか否かを判定する比較器23とを備えている。そして、本例では、このレベル算出部22と比較器23とで判定手段を構成する。

【0020】特徴量抽出部21で抽出する特徴量は、本例では、「しきい値越え時間」、「しきい値越え回数」、「RMS値（実効値）」、「ピーク値」、「波高率」の5つとしている。そして、抽出する各特徴量について説明すると、以下のようにになっている。なお、図7は与えられたエンベロープ処理された波形の一例を示し、その図を適宜使用しながら説明する。

【0021】**しきい値越え時間

しきい値を連続して越えている時間のことをいう。そして、しきい値は、非液漏れ時の振動レベルよりも十分に大きな値に設定する。つまり、液漏れ時には周期的にこのしきい値を越えるような連続した振動が発生するため、この特徴量の値が増加する。一方、非液漏れ時にはノイズ振動によってしきい値を越えることはあるが、あくまでもノイズであるので、しきい値を連続して越えている時間は非常に短い。よって、液漏れ時と非液漏れ時とでは、この特徴量の値が大きく異なるため、両者を精度よく弁別できる。

【0022】なお、例えば検査をするためのサンプリング時間以内には、しきい値を越えることが複数回発生するため、各回で連続してしきい値を越える時間が抽出される。そこで、特徴量抽出に際しては、各回で発生するしきい値を越える時間の総和を求めてもよく、或いは、サンプリング時間以内に発生する各回のしきい値を連続して越える時間のうち最大のもの（図示の例では、最初の部分）をしきい値越え時間としてもよい。

【0023】そして、実際に特徴量を抽出するには、エンベロープを構成する波形の各部の値が時系列で順次与えられてくるので、例えば、その値がしきい値を越えた時にタイマをスタートさせ、次にしきい値以下になった時にタイマをストップさせ、その越えていた時間を求めることにより実現できる。そして、総和を求める場合には、一旦しきい値以下になってもタイマ値をリセットすることなく保持しておき、次にしきい値を越えた場合には、その保持したタイマ値からさらにタイマをスタートするようにすればよい。また、最大の値を使用する場合には、一旦タイマを停止してその回のしきい値越え時間を求めたならば、それをバッファに格納するとともに、タイマ値をリセットする。そして、2回目以降にしきい値を越えた場合には、その時求めたしきい値越え時間とバッファに格納したしきい値越え時間とを比較し、今回の方が大きい場合には、バッファのデータを書き替え、最終的にバッファに格納されたしきい値越え時間を読み出すことにより求めることができる。そして、特徴量を抽出するための実現手段は、これに限るものではなく、各種の方式を用いることができる（以下の各特徴量も同じ）。

【0024】**しきい値越え回数

しきい値を連続して越えている領域を1つと数え、サンプリング時間中に係るしきい値を越えた領域の数をいう。つまり、液漏れの場合には、断続的にしきい値を越える領域が発生するため、その発生回数が多くなる。一方、非液漏れの場合には、しきい値越えするのはノイズに起因するものであるため、その発生回数は少なくなる。よって、その回数の大小により液漏れか否かを弁別できる。

【0025】そして、上記したように液漏れしている場合には、しきい値を越える振動が断続して発生するが、各回のしきい値越え時間が短い場合には、上記したしきい値越え時間では液漏れを検出できないおそれがある。係る場合であっても、この発生回数は多くなるので、この特徴量を使用することにより確実に液漏れを検出することができる。なお、現実には、しきい値越え時間としきい値越え回数は相関があり、しきい値越え時間が短くて、しきい値越え回数が多くなることは希であるので一方のみを特徴量として使用するようにしてもよい。

【0026】また、この特徴量を抽出するには、時系列データで順次与えられる値（エンベロープの波形の瞬時値）としきい値を比較し、今回の値がしきい値より大きく一つ前の値がしきい値より小さい場合を検出し、検出した場合にしきい値越え回数を1インクリメントすることにより、簡単に求められる。

【0027】また、本特徴量並びに上記したしきい値越え時間を抽出するに際し、上記した処理以外に例えばエンベロープ信号に対してしきい値処理をして2値化し、パルス信号を生成する。そして、しきい値越え時間は、

最大パルス幅（或いは各パルス幅の総和）を求めることにより求めることができる。また、しきい値越え回数は、発生したパルス数を求めることにより求めることができる。

【0028】**RMS値（実効値）

実効値は、サンプリング時間に発生した波形信号に対して通常の実効値を求める処理により求められる。そして、この特徴量は、振幅の平均的なレベルを現すものである。つまり、液漏れ時は非液漏れ時より振幅が大きくなるとともに、上記したようにしきい値越えする時間や回数も多くなる。よって、実効値から液漏れの有無を簡易的に判別することができる。

【0029】**ピーク値

ピーク値は、サンプリング時間内に発生した波形の最大値を言う。そして、この特徴量は、時系列データとして与えられるエンベロープ波形の瞬時値をバッファに格納したそれまでの最大瞬時値と比較し、今回の瞬時値の方が大きい場合には、バッファを書き換える。そして、サンプリング時間終了後にバッファに格納されているデータがピーク値となる。このようにピーク値を特徴量に加えたのは、上記した各特徴量の欄で説明したように、液漏れを生じた場合には、振動が大きくなる傾向にあるためである。但し、液漏れを生じていない場合であっても、ノイズ等により瞬時値が高くなることもあるので、判定結果に対する影響度（貢献度）は小さくするのが好ましい。

【0030】**波高率

波高率は、「ピーク値/RMS値」の算出結果を言う。実験した結果、液漏れ時には、この値が高くなり、この波高率が、液漏れ時の特徴が顕著に現れる。よって、液漏れと非液漏れを弁別するのに適したものとなる。

【0031】一方、液漏れ度を求めるレベル算出部22は、図6に示すように、特徴量抽出部21で求めた各特徴量を正規化する正規化部22aと、その正規化した値に対して各特徴量の種類に応じた重み付けを行う重み付け部22bと、重み付けされた値を加算し液漏れ度を算出する加算器22cとを備えている。

【0032】そして、各正規化部22aでは、予め実験を行い非液漏れの時の値を0、液漏れ時の値を1として、0から1の間の値を採るように正規化する。また、重み付け部22bは、特徴量の特性を考慮し、液漏れと非液漏れの時で特徴量の値が顕著に異なるものは重みを大きくして判定結果に影響を大きく与えるようにしている。そして、重み付けの一例を示すと下記表のようになっている。

【0033】

【表1】

特徴量	重み付け係数
しきい値越え時間	0.8
しきい値越え回数	1.2
RMS値（実効値）	0.5
ピーク値	0.3
波高率	1.5

上記のようにすると、波高率の影響が顕著に液漏れ度合に現れる。そして、例えばノイズ等により非液漏れ時でも波高率が高くなることもあるが、その場合には、しきい値越え時間やしきい値越え回数が小さいまとなるので、全体としては液漏れ度合はさほど大きくならない。つまり、本例では5つの特徴量のうち特に波高率に注目して判定処理を行い、ノイズとの区別を行うためにしきい値越え時間としきい値越え回数を補助的に使用するようになっている。

【0034】なお、加算器22c自体は従来公知のものをを用いることができ、重み付け係数を掛け算して得られた各特徴量の値を加算してその総和を求め、求めた値を液漏れ度合として、比較器23の一方の入力端子に与えるようになっている。また、これと同時に表示部13、より具体的にはレベル表示器13bに求めた液漏れ度合を送るようになっている。このレベル表示器13bは、インジケータになっており、与えられた液漏れ度合に応じて、所定のランプが発光するようになっている。なお、レベル表示器13bの表示は、液漏れ度合ではなく、ピーク値としたりすることもできる（もちろん両者を表示してもよく、他のものでもよい）。

【0035】一方、比較器23は、与えられた液漏れ度合と判定レベルとなる基準値とを比較するものである。そして、液漏れ度合の方が大きい場合には、液漏れありと判定し比較器23の出力は「1」となり、それに応じて表示部13の警報ランプ13aを点灯するようになっている。また、液漏れ度合の方が小さい場合には、非液漏れと判定し比較器23の出力は「0」となり、警報ランプ13aも消灯する。

【0036】次に、上記した液漏れ検知装置を用いて、本発明に係る液漏れ検知方法の好適な実施の形態について説明する。本例では、水道用の配管（水道管）の漏水の有無を判定する場合について説明する。まず、図8に示すように、水道管30は、その大部分が地中に埋め込まれている。配管30は、ステンレス、塩化ビニル、鉛、ダクタイル鋳鉄、真鍮等の各種の材質で構成されている。そして、本例では塩化ビニル管からなる水道管30について測定した例を併せて示す。

【0037】良く知られているように、水道管30が設置された地面の一部に略直方体形状の穴33（通常は図省略の蓋によりその穴33は閉塞されている）を形成し、水道管30の一部30aが露出するようにしてい

る。そして、その水道管30の一部30aの側面には使用水量等を知るためのメータ31が取り付けられている。また、水道管30を流れる水道水の流量を調整するための流量調節バルブが内蔵され、ハンドル32を正逆回転することにより、完全にバルブを閉じた止水状態から全開状態までバルブの開度を調整できるようになっている。なお、本管部分では、メータがなく、ハンドル付きの流量調整バルブのみが設置されている場合もある。

【0038】そして、本装置を用いて漏水を検査する場合には、まず露出した水道管30の一部30aに振動センサ10を接触させる。この時、図示の例では振動センサ10の自重によって水道管30上に載せるようにしているが、これに限ることはなく、例えば、振動センサ10を水道管30にねじ止めしたり、水道管が鉄などの場合にはマグネットを用いる等の他、各種の固定手段を用いて固定してもよい。さらに、検査中に水道が使用されると、水道使用にともない生じる振動と、漏水により生じる振動とを区別しにくくなるので、ハンドル32を所定方向に回してバルブを閉じ、止水しておく。これにより、バルブよりも上流側での漏水を検知することができる。

【0039】次いで、水道管30の振動を振動センサ10が検出し、その振動に応じた出力信号をコントローラ12の前処理部14に送る。前処理部14では、まず受け取ったセンサ出力を増幅する。これにより、例えば図9のような波形信号が得られる。なお、同図(A)が液漏れを生じているときの波形であり、同図(B)が液漏れを生じていないときの波形である。そして、以下の各プロセスで参照する各図は、この図9(A)、(B)に基づいて処理した図である。図から明らかなように、非液漏れ時(同図(B))は、振幅が小さくほぼ一定の値を採っている(ピーク値が小さいとともに実効値とピーク値との差も少ないため波高率も小さくなる)が、液漏れ時(同図(A))は振幅が大きくなる(しきい値越え時間・回数並びにピーク値が大きくなる)とともに、振幅も一定しない(波高率が高くなる)という特徴を有している。

【0040】そして、上記した増幅器15の出力信号をBPF16を通過させて液漏れに起因して発生する振動の周波数帯域の信号成分のみを抽出する。すると、図9(A)に示した液漏れ時の波形信号は図10(A)に示すようになる。また、図9(B)に示した非液漏れ時の波形信号は図10(B)に示すようになる。

【0041】さらに、BPF16で所定の周波数帯域に抽出された波形信号(図10(A)、(B))は、絶対値回路17で全波整流された後、LPF18によりエンベロープ処理される。これにより、それぞれ液漏れ時の波形は図11(A)に示すような波形信号となり、非液漏れ時の波形は図11(B)に示すようになる。そして、各波形信号(アナログ値)がA/D変換器19にて

デジタル値に変換されて、演算処理部20に与えられる。

【0042】演算処理部20で特徴量を抽出し、さらにその抽出した特徴量に対して正規化処理した後重み付けを行い、各重み付けデータを加算することにより液漏れ度を求め、その液漏れ度が基準値より大きい場合には液漏れていると判定し、表示部13に出力する。

【0043】つまり、特徴量抽出部21では、図11(A)、(B)に示す波形信号から5つの特徴量を抽出する。そして、しきい値が図中破線で示す位置とすると、同図(A)のしきい値越え回数は4~6回となり、しきい値越え時間も長くなる。一方同図(B)のしきい値越え回数は0回となり、しきい値越え時間も0となる。また、ピーク値は同図(A)はP1となりしきい値より遥かに大きい値となるのに対し、同図(B)の場合にはP2となりしきい値より小さい値を採る。

【0044】またRMS(実効値)は、振動振幅が大きい分だけ同図(A)の方が同図(B)より大きくなる。そして、同図(A)の場合には、ピーク値P1が非常に大きい値を採っているため、波高率も大きな値を採る。一方、同図(B)の場合には、全体的にフラットな波形となっているため、ピーク値P2と実効値との差も少なく、波高率も小さな値となる。

【0045】そして、各求めた特徴量を正規化し重み付けした後に加算すると、同図(A)の場合には、いずれの特徴量も大きな値を示していたので、その総和である液漏れ度も高い値となり、比較器23で二値化処理すると、液漏れと判定される。一方、同図(B)の場合には、いずれの特徴量も小さな値を示していたので、その総和である液漏れ度も小さな値となり、比較器23で二値化処理すると、非液漏れと判定される。このようにして液漏れと非液漏れとが弁別される。

【0046】また、図9(A)、図10(A)、図11(A)と、図3、図4、図5とを比較すると明らかなように、配管の材質が異なっても、同じような傾向の波形が得られる。

【0047】さらにまた、上記した実施の形態では、水道管に対する液漏れ検知を行う方法及び装置について説明したが本発明はこれにかぎることではなく、水道管以外の流体が流れる配管設備の液漏れ検知やタンクなどの液体容器の漏液、液溢れなど、液漏れ検知全般に適用できるのはもちろんである。

【0048】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る液漏れ検知方法および液漏れ検知装置では、液漏れ時に発生する特有の振動を、振動センサを用いて検出し、それに基づいて判定処理を行うようにしたため、従来のように液漏れ時の音を耳で直接聞いたり、または音聴棒や電子音聴器等で間接的に聞いて、液漏れの判定をする必要がなくなる。よって、液漏れ判定を行う人が液漏れ時の音を聞き

分ける訓練をする必要がなく、誰でも容易に液漏れ検知を行うことができる。

【0049】また、直接配管や液体容器に振動センサを接触させるため、外乱などの影響を受けにくく、場所や時間を選ばずに液漏れ検知が行える。また、音の間きまちがえによって、液漏れの判定を誤ることがなく、液漏れ検出を確実に行うことができる。さらには、検査員間での検査結果のばらつきもなくなる。

【0050】また、液漏れ時に特有の振動を検出して液漏れ度合いを出力するため、特に配管設備においては、液漏れ位置の確定を行うことが可能となる。さらに液漏れ度合いから漏液量の確定も行うことが可能となる。

【0051】特に、液漏れの振動に現れやすい、周波数帯域の波形から、液漏れを判定するための特徴量を導き出し、最終的に液漏れをしているか否かの判定を行うようにした場合には、特徴量の算出は、しきい値により液漏れの振動による電圧波形とノイズによる電圧波形とを分けることができ、周囲の状況に影響されることなく、確実な液漏れ検知を行うことができる。

【0052】液漏れによる振動の検知から液漏れ検知を行うので、対象となる配管や容器等の材質が異なる場合においても確実に液漏れ検知が行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る液漏れ検知装置の好適な実施の形態の一例を示す外観図である。

【図2】そのブロック図である。

【図3】液漏れ時の振動センサ出力を増幅した波形信号の一例を示す図である。

【図4】図3の波形信号をバンドパスフィルタを通過させて得られる波形信号を示す図である。

【図5】図4の波形信号をエンベロープ処理して得られた波形信号を示す図である。

【図6】演算処理部の内部構造を示すブロック図である。

【図7】特徴量を説明する図である。

【図8】本発明に係る液漏れ検知方法の実施の形態を説明する図である。

【図9】(A)は液漏れ時に振動センサから出力された電圧信号を増幅して得られた波形の一例を示す図である。

(B)は非液漏れ時に振動センサから出力された電圧信号を増幅して得られた波形の一例を示す図である。

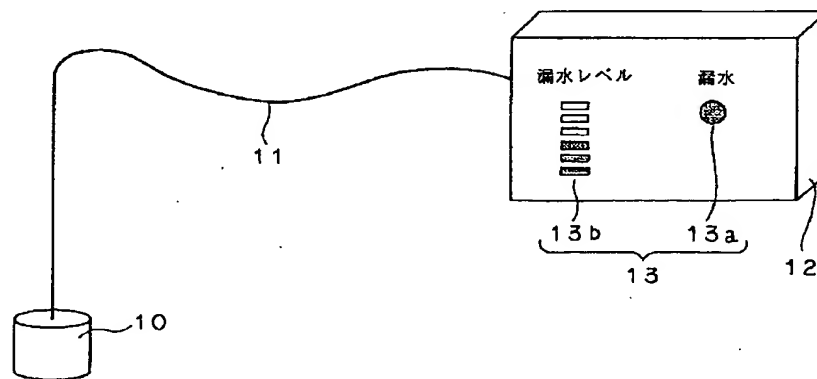
【図10】(A)、(B)は、それぞれ図9(A)、(B)の波形信号をバンドパスフィルタを通過させて得られる波形信号を示す図である。

【図11】(A)、(B)は、それぞれ図10(A)、(B)の波形信号をエンベロープ処理して得られた波形信号を示す図である。

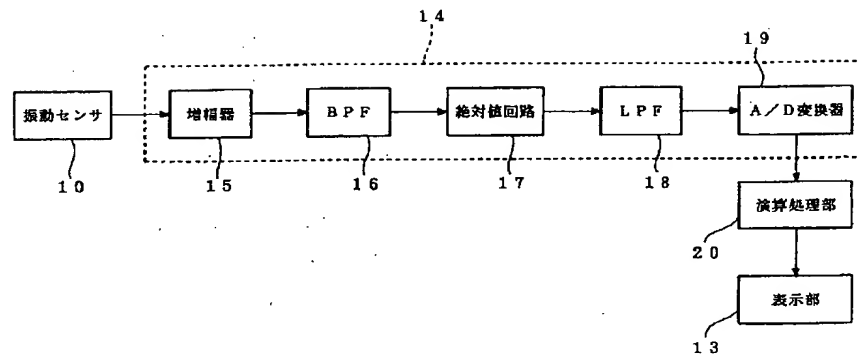
【符号の説明】

- 10 振動センサ
- 13 表示部
- 14 前処理部
- 20 演算処理部
- 21 特徴量抽出部
- 22 レベル算出部
- 23 比較器

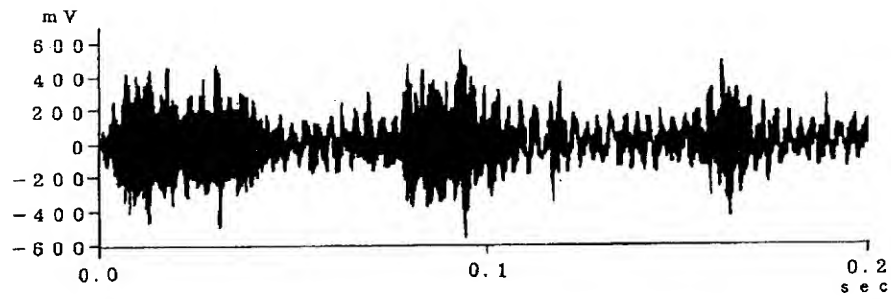
【図1】



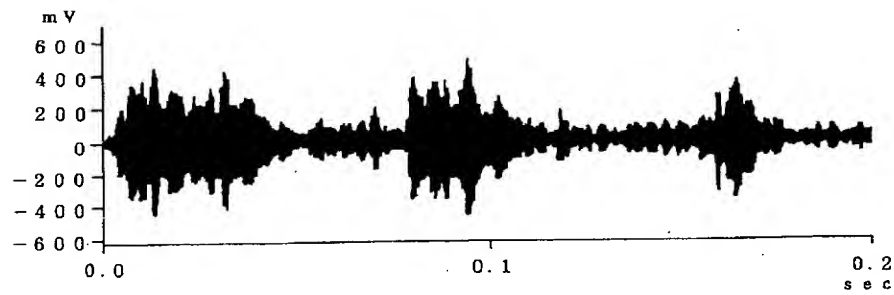
【図2】



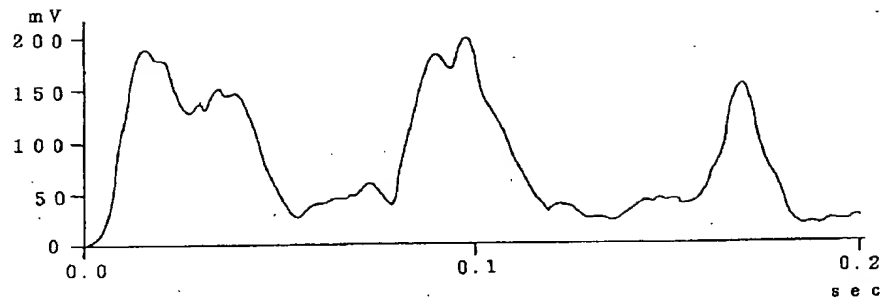
【図3】



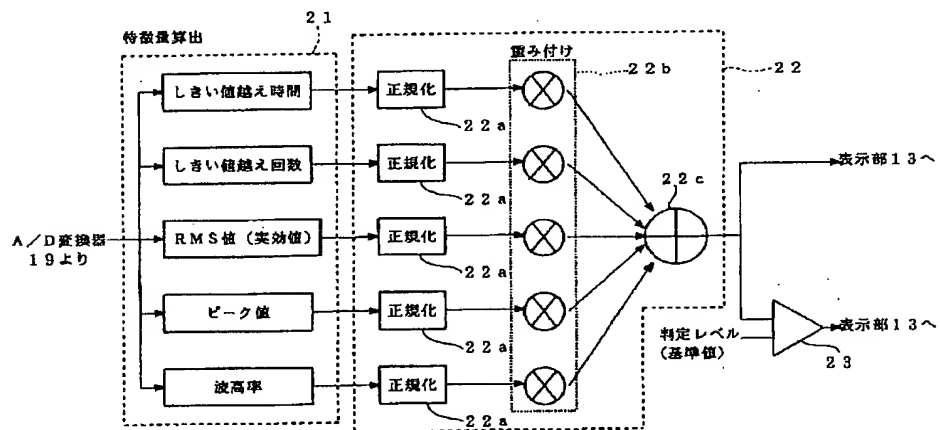
【図4】



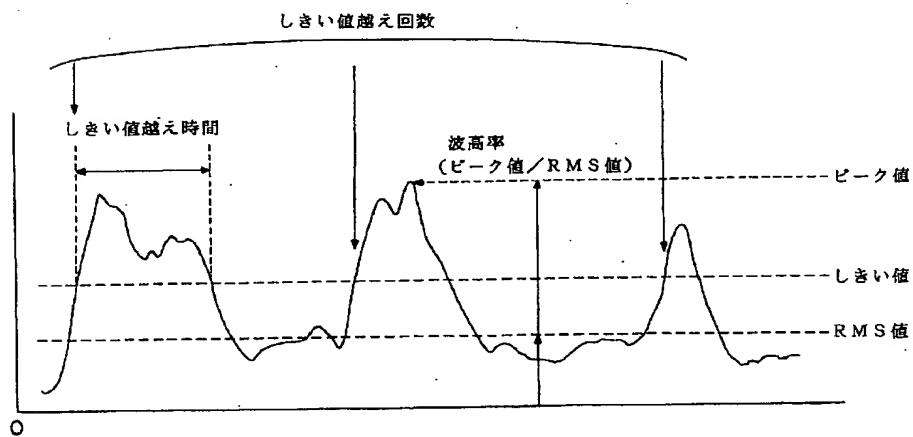
【図5】



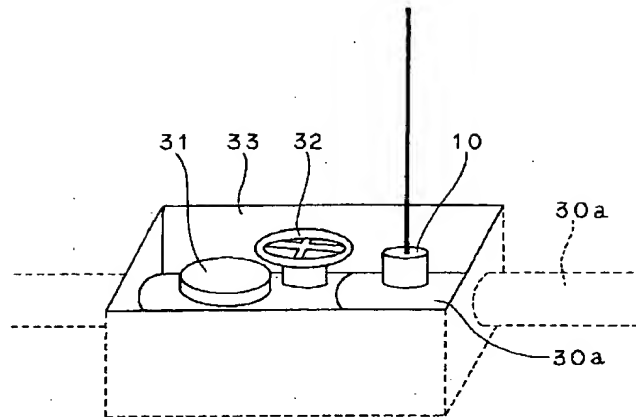
【図6】



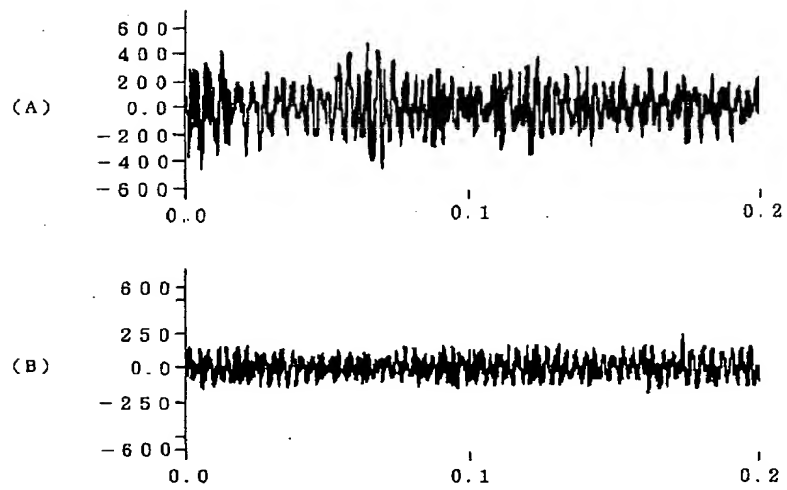
【図7】



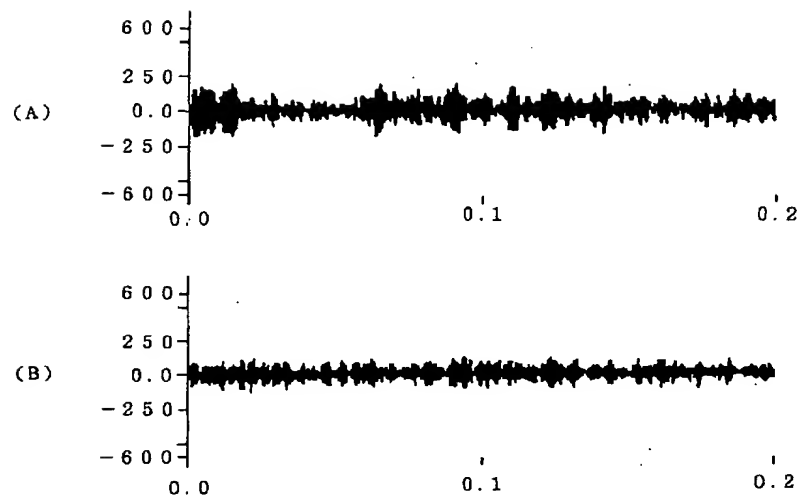
【図8】



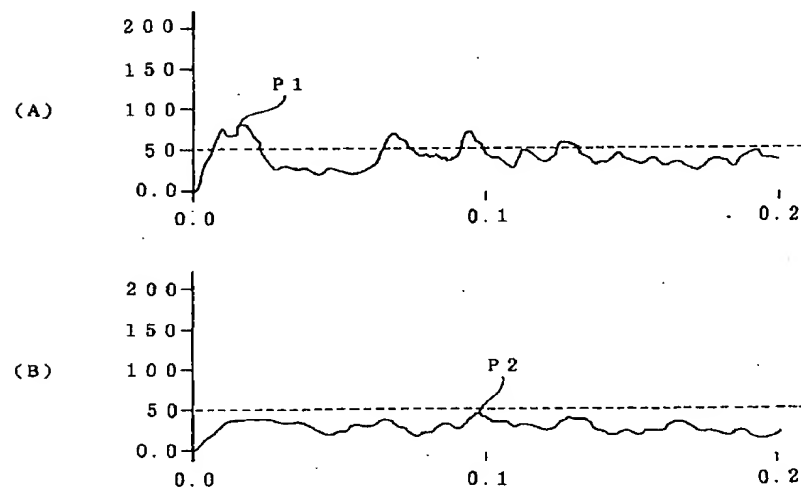
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 長田 淳
京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ
ムロン株式会社内

